

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年12月15日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第355788号

願人

Applicant(s):

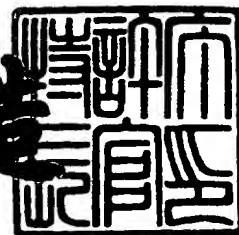
コニカ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 9月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 DTM00276

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03B 27/58
F16C 13/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 大田 耕平

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカ株式会社内

 【氏名】 荒井 則一

【特許出願人】

 【識別番号】 000001270

 【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号

 【氏名又は名称】 コニカ株式会社

 【代表者】 植松 富司

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 012265

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 対物レンズ及び光ピックアップ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長の異なる光源からの光束を光ディスクの記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段とを有し、透明基板厚さが異なる第 1 及び第 2 の光ディスクに対して、情報の記録又は再生が可能な情報記録再生用の光ピックアップ装置に使用される対物レンズにおいて、

レーザ光源側から順に、正屈折力の第 1 レンズと正屈折力の第 2 レンズとからなり、

少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、

互いに異なる 2 つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、

互いに異なる 2 つの情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、

波長 λ_1 の光束により、透明基板の厚さ t_1 の情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、波長 λ_2 の光束により、透明基板の厚さ t_2 の情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) とした時、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする対物レンズ。

【請求項 2】 波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の対物レンズ。

【請求項 3】 波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の対物レンズ。

【請求項 4】 所定位置の物点と波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 の組み合わ

せに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ前記所定位置と光学的に等しい距離にある物点と波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 5】 所定位置の物点と波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ前記所定位置と光学的に等しくない距離にある物点と波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ (λ はそれぞれの波長) 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の対物レンズ。

【請求項 6】 次式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の対物レンズ。

$$0.4 \leq |(Ph/Pf) - 2| \leq 2.5$$

ただし、

Pf : 透明基板の厚さ t_1 の情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な像側開口数 $NA1$ における回折輪帯のピッチ

Ph : $NA1$ の $1/2$ の開口数における回折輪帯のピッチ

【請求項 7】 次式を満たすことを特徴とする請求項 6 に記載の対物レンズ

$$0.8 \leq |(Ph/Pf) - 2| \leq 6.0$$

【請求項 8】 次式を満たすことを特徴とする請求項 6 に記載の対物レンズ

$$1.2 \leq |(Ph/Pf) - 2| \leq 2.0$$

【請求項 9】 次式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の対物レンズ。

$$0.70 \leq d1/f \leq 1.70$$

$$0.60 \leq r1/(n1 \cdot f) \leq 1.10$$

$$0.3 \leq (r2 + r1)/(r2 - r1) \leq 2.0$$

ただし、

$d1$: 第 1 レンズの軸上レンズ厚

f : 焦点距離

r_i : 各面の近軸曲率半径

n_1 : 第 1 レンズの屈折率

【請求項 1 0】 次式を満たすことを特徴とする請求項 9 に記載の対物レンズ。

$$1.00 \leq d_1 / f \leq 1.40$$

$$0.70 \leq r_1 / (n_1 \cdot f) \leq 0.90$$

$$0.4 \leq (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) \leq 1.4$$

【請求項 1 1】 波長の異なる光源からの光束を光ディスクの記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段とを有し、透明基板厚さが異なる第 1 及び第 2 の光ディスクに対して、情報の記録又は再生が可能な情報記録再生用の光ピックアップ装置において、

前記対物レンズが、レーザ光源側から順に、正屈折力の第 1 レンズと正屈折力の第 2 レンズとからなり、

少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、

互いに異なる 2 つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、

互いに異なる 2 つの情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、

波長 λ_1 の光束により、透明基板の厚さ t_1 の情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、波長 λ_2 の光束により、透明基板の厚さ t_2 の情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) とした時、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 1 2】 前記対物レンズにおいて、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$

以下であることを特徴とする請求項 1 1 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 3】 前記対物レンズにおいて、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2\text{rms}$ 以上であることを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 4】 前記対物レンズにおいて、所定位置の物点と波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1\text{rms}$ 以下であり、かつ前記所定位置と光学的に等しい距離にある物点と波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2\text{rms}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 3 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 5】 前記対物レンズにおいて、所定位置の物点と波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1\text{rms}$ 以下であり、かつ前記所定位置と光学的に等しくない距離にある物点と波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2\text{rms}$ (λ はそれぞれの波長) 以下であることを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 4 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 1 6】 前記対物レンズにおいて、次式を満たすことを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 5 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

$$0.4 \leq |(Ph/Pf) - 2| \leq 2.5$$

ただし、

Pf : 透明基板の厚さ t_1 の情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な像側開口数 NA_1 における回折輪帯のピッチ

Ph : NA_1 の $1/2$ の開口数における回折輪帯のピッチ

【請求項 1 7】 前記対物レンズにおいて、次式を満たすことを特徴とする請求項 1 6 に記載の光ピックアップ装置。

$$0.8 \leq |(Ph/Pf) - 2| \leq 6.0$$

【請求項 1 8】 前記対物レンズにおいて、次式を満たすことを特徴とする請求項 1 6 に記載の光ピックアップ装置。

$$1.2 \leq |(Ph/Pf) - 2| \leq 2.0$$

【請求項 1 9】 前記対物レンズにおいて、次式を満たすことを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 8 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

$$0.70 \leq d_1 / f \leq 1.70$$

$$0.60 \leq r_1 / (n_1 \cdot f) \leq 1.10$$

$$0.3 \leq (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) \leq 2.0$$

ただし、

d_1 : 第 1 レンズの軸上レンズ厚

f : 焦点距離

r_i : 各面の近軸曲率半径

n_1 : 第 1 レンズの屈折率

【請求項 2 0】 前記対物レンズにおいて、次式を満たすことを特徴とする請求項 1 9 に記載の光ピックアップ装置。

$$1.00 \leq d_1 / f \leq 1.40$$

$$0.70 \leq r_1 / (n_1 \cdot f) \leq 0.90$$

$$0.4 \leq (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) \leq 1.4$$

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、異なる波長の光源及び異なる透明基板厚さを有する光ディスクの再生／記録を行なうことが可能な光ピックアップ装置に使用される対物レンズ、特に 1 つの対物レンズで、透明基板の厚さが異なる 2 つの情報記録媒体に用いることのできる 2 枚構成の対物レンズ及び、これを用いた光ピックアップ装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、短波長赤色半導体レーザ実用化に伴い、従来の光ディスクである CD (コンパクトディスク) と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光ディスクである DVD (デジタルビデオディスク) の開発が進んでいる。このような光ディスクなどを媒体とした光情報記録再生装置の光学系において、記録信号の高密度

化を図るため、対物レンズが記録媒体上に集光するスポットを小さくすることが要求されている。このため、光源であるレーザの短波長化と対物レンズの高NA化とが図られているという実情がある。

【0003】

例えば、DVDに対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置においては、635nmの短波長半導体レーザを光源として使用したとき、かかるレーザ光を集光させる対物レンズの光ディスク側の開口数NAを約0.6としている。なお、CD、DVDの他に、種々の規格の光ディスク、例えばCD-R（追記型コンパクトディスク）、MD（ミニディスク）なども商品化されて普及している。

【0004】

一方、CD-Rに対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置においては、光源の波長 $\lambda = 780\text{ nm}$ である必要があるが、他の光ディスクにおいては、特定の光源波長以外の波長の光源を使用することができ、かかる場合、使用する光源波長 λ に応じて必要開口数NAが変わっている。例えば、CDの場合は必要開口数 $NA = \lambda (\mu\text{m}) / 1.73$ 、DVDの場合は必要開口数 $NA = \lambda (\mu\text{m}) / 1.06$ で近似される。本明細書でいう開口数（必要開口数）は、光ディスク側から見た集光光学系の開口数のことであり、必要開口数とは光ディスクの記録面上で要求されるスポットサイズ d と使用波長 λ とから算出される開口数であり、一般的には $NA = 0.83 \times \lambda \div d$ である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

このように市場には透明基板厚さ、記録密度、使用波長などが異なる様々な光ディスクが存在するが、個々の光ディスクに対して、情報の記録及び／又は再生を行うことができる専用の情報記録再生装置を購入することはユーザーにとって大きな負担となる。そこで、様々な光ディスクに対応できる互換性のある光ピックアップ装置を備えた情報記録再生装置が提案されている。

【0006】

このような光ピックアップ装置として、異なる光ディスクそれぞれに対応した

集光光学系を備え、再生する光ディスクにより集光光学系を切り換えるようにしたものが提案されている。しかしながら、この光ピックアップ装置では、集光光学系が複数必要となるため構成が複雑となり、高コストとなって好ましくない。

【0 0 0 7】

そこで、1つの集光光学系を用いて複数の光ディスクを再生する光ピックアップ装置が提案されている。例えば特開平 7－3 0 2 4 3 7 号公報には、対物レンズの屈折面をリング状複数領域に分割し、各々の分割面が厚さの異なる光ディスクのうち1つにビームを結像させることにより再生する光ピックアップ装置が開示されている。

【0 0 0 8】

しかしながら、特開平 7－3 0 2 4 3 7 号公報に開示された光ピックアップ装置は、1つの対物レンズで同時に2つ以上の焦点を有するが故、1つあたりの焦点のスポット光量が減少するので、レーザ出力を大きくする必要があるという問題がある。

【0 0 0 9】

一方、特開平 1 0－1 4 2 4 9 4 号では、透明基板厚が異なる2種類の情報記録媒体に対応できる、2枚構成のピックアップ用高NAレンズが示されている。しかし、前記の出願に開示された技術では、2枚のレンズの間隔を変化させて厚みの異なる透明基板に対応させるため、構造が複雑になってしまうという問題がある。

【0 0 1 0】

本発明は、2枚構成の高NA対物レンズであって、レンズ間隔を変化させずとも厚みの異なる情報記録媒体に対応できる対物レンズ、及びその対物レンズを搭載した光ピックアップ装置を提供することを目的とする。

【0 0 1 1】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の対物レンズは、波長の異なる光源からの光束を光ディスクの記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段とを有し、透明基板厚さが異なる第 1 及び第 2 の光

ディスク（但し、第1の光ディスクの方が第2の光ディスクよりも対物レンズに対する必要開口数が多いとする）に対して、情報の記録又は再生が可能な情報記録再生用の光ピックアップ装置に使用される対物レンズにおいて、

レーザ光源側から順に、正屈折力の第1レンズと正屈折力の第2レンズとからなり、

少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、

互いに異なる2つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、

互いに異なる2つの情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、

波長 λ_1 の光束により、透明基板の厚さ t_1 の情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、波長 λ_2 の光束により、透明基板の厚さ t_2 の情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) とした時、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする。

【0012】

請求項1に記載の対物レンズは、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であるようにしているので、異なる波長の光源を用いて、異なる基板厚さの光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を適切に行うことができる。

【0013】

請求項2に記載の対物レンズは、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であるので、光源波長と基板厚さの組み合わせを変えた場合でも、波面収差を抑えることができ、情報の記録及び／又は再生を適切に行うことができる。

【0014】

ただし、請求項 3 に記載の対物レンズのごとく、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以上であっても良い。

【0015】

請求項 4 に記載の対物レンズは、所定位置の物点と波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ前記所定位置と光学的に等しい距離にある物点と波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とするものである。

【0016】

請求項 5 に記載の対物レンズは、所定位置の物点と波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ前記所定位置と光学的に等しくない距離にある物点と波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2 \text{ rms}$ (λ はそれぞれの波長) 以下であることを特徴とするものである。

【0017】

請求項 6 に記載の対物レンズは、次式を満たすことを特徴とする。

$$0.4 \leq |(Ph/Pf) - 2| \leq 2.5 \quad (1)$$

ただし、

Pf : 透明基板の厚さ t_1 の情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な像側開口数 NA_1 における回折輪帯のピッチ

Ph : NA_1 の $1/2$ の開口数における回折輪帯のピッチ

【0018】

(1) 式は、回折輪帯のピッチすなわち光軸に垂直な方向の輪帯間の間隔に関する。光路差関数が h の 2 乗の項しか有しないならば、 $(Ph/Pf) - 2 = 0$ となるが、本発明では二つの基板厚の違いによって生じる球面収差の差を、回折を利用して良好に補正するために、光路差関数の高次の項を用いることが望ましく、このとき $(Ph/Pf) - 2$ が 0 からある程度離れた値を取ることが望ましい。(1) 式で下限を外れると、高次の球面収差を補正する回折の作用が弱まり

、基板厚の違いによって生じる 2 波長間の球面収差の差を回折の作用で補正することが難しくなる。(1) 式で上限を外れると回折輪帯のピッチが過小となる箇所が生じ、回折効率の高いレンズを製造することが難しくなる。

【0 0 1 9】

請求項 7 に記載の対物レンズの如く、次式を満たすようにすれば好ましい。

$$0.8 \leq |(P_h / P_f) - 2| \leq 6.0 \quad (2)$$

【0 0 2 0】

請求項 8 に記載の対物レンズの如く、次式を満たすようにすればより好ましい

$$1.2 \leq |(P_h / P_f) - 2| \leq 2.0 \quad (3)$$

【0 0 2 1】

請求項 9 に記載の対物レンズの如く、次式を満たすようにすればより好ましい

$$0.70 \leq d_1 / f \leq 1.70 \quad (4)$$

$$0.60 \leq r_1 / (n_1 \cdot f) \leq 1.10 \quad (5)$$

$$0.3 \leq (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) \leq 2.0 \quad (6)$$

ただし、

d_1 : 第 1 レンズの軸上レンズ厚

f : 焦点距離

r_i : 各面の近軸曲率半径

n_1 : 第 1 レンズの屈折率

【0 0 2 2】

(4) 式は第 1 レンズの中心厚に関し、その下限を外れると像高特性が劣化する。一方、その上限を外れるとレンズが厚肉になってピックアップのサイズが大きくなる。(5) 式は第 1 レンズの曲率半径に関し、その下限を外れて r_1 が小さくなると、第 1 レンズ面のシフト感度あるいはティルト感度が増大する。一方、上限を外れて r_1 が大きくなると、第 2 レンズのパワー負担が増加し、第 2 レンズのレンズ厚に対する誤差感度が増大する。(6) 式は第 1 レンズの形状に関し、その下限を外れて両凸対称形状に近くなると球面収差の補正が難しい。一方

、その上限を外れてメニスカスの度合いが大きくなると、第 1 レンズの第 1 面と第 2 面との間の軸ずれによる収差劣化が大きい。

【 0 0 2 3 】

請求項 1 0 に記載の対物レンズの如く、次式を満たすようにすればより好ましい。

$$1.00 \leq d_1 / f \leq 1.40 \quad (7)$$

$$0.70 \leq r_1 / (n_1 \cdot f) \leq 0.90 \quad (8)$$

$$0.4 \leq (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) \leq 1.4 \quad (9)$$

【 0 0 2 4 】

請求項 1 1 に記載の光ピックアップ装置は、波長の異なる光源からの光束を光ディスクの記録面に集光するための対物レンズを含む集光光学系と、前記記録面からの反射光を検出するための受光手段とを有し、透明基板厚さが異なる第 1 及び第 2 の光ディスク（但し、第 1 の光ディスクの方が第 2 の光ディスクよりも対物レンズに対する必要開口数大きいとする）に対して、情報の記録又は再生が可能な情報記録再生用の光ピックアップ装置において、

前記対物レンズが、レーザ光源側から順に、正屈折力の第 1 レンズと正屈折力の第 2 レンズとからなり、

少なくとも一つの面が、回折輪帯をもつ回折面であり、

互いに異なる 2 つの波長を λ_1 、 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) とし、

互いに異なる 2 つの情報記録媒体の透明基板の厚さを t_1 、 t_2 ($t_1 < t_2$) とし、

波長 λ_1 の光束により、透明基板の厚さ t_1 の情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_1 とし、波長 λ_2 の光束により、透明基板の厚さ t_2 の情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な所定の像側開口数を NA_2 ($NA_1 \geq NA_2$) とした時、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 1 に記載の光ピックアップ装置の対物レンズは、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$ 以下であるようにしている。異なる波長の光源を用いて、異なる基板厚さの光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を適切に行うことができる。

【0026】

請求項 1 2 に記載の光ピックアップ装置の対物レンズは、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$ 以下であるので、光源波長と基板厚さの組み合わせを変えた場合でも、波面収差を抑えることができ、情報の記録及び／又は再生を適切に行うことができる。

【0027】

ただし、請求項 1 3 に記載の光ピックアップ装置の対物レンズの如く、波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数 NA_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$ 以上であっても良い。

【0028】

請求項 1 4 に記載の光ピックアップ装置の対物レンズは、所定位置の物点と波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ前記所定位置と光学的に等しい距離にある物点と波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$ 以下であることを特徴とするものである。

【0029】

請求項 1 5 に記載の光ピックアップ装置の対物レンズは、所定位置の物点と波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_1 \text{ rms}$ 以下であり、かつ前記所定位置と光学的に等しくない距離にある物点と波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07 \lambda_2 \text{ rms}$ (λ はそれぞれの波長) 以下であることを特徴とするものである。

【0030】

請求項 1 6 に記載の光ピックアップ装置の対物レンズは、次式を満たすことを特徴とする。

$$0.4 \leq |(P_h / P_f) - 2| \leq 2.5 \quad (1')$$

ただし、

P_f : 透明基板の厚さ t_1 の情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な像側開口数 NA_1 における回折輪帯のピッチ

P_h : NA_1 の $1/2$ の開口数における回折輪帯のピッチ

【0031】

(1') 式は、回折輪帯のピッチすなわち光軸に垂直な方向の輪帯間の間隔に関する。光路差関数が h の 2 乗の項しか有しないならば、 $(P_h / P_f) - 2 = 0$ となるが、本発明では二つの基板厚の違いによって生じる球面収差の差を、回折を利用して良好に補正するために、光路差関数の高次の項を用いることが望ましく、このとき $(P_h / P_f) - 2$ が 0 からある程度離れた値を取ることが望ましい。(1') 式で下限を外れると、高次の球面収差を補正する回折の作用が弱まり、基板厚の違いによって生じる 2 波長間の球面収差の差を回折の作用で補正することが難しくなる。(1) 式で上限を外れると回折輪帯のピッチが過小となる箇所が生じ、回折効率の高いレンズを製造することが難しくなる。

【0032】

請求項 1 7 に記載の光ピックアップ装置の対物レンズの如く、次式を満たすようにすれば好ましい。

$$0.8 \leq |(P_h / P_f) - 2| \leq 6.0 \quad (2')$$

【0033】

請求項 1 8 に記載の光ピックアップ装置の対物レンズの如く、次式を満たすようにすればより好ましい。

$$1.2 \leq |(P_h / P_f) - 2| \leq 2.0 \quad (3')$$

【0034】

請求項 1 9 に記載の光ピックアップ装置の対物レンズの如く、次式を満たすようにすればより好ましい。

$$0.70 \leq d_1 / f \leq 1.70 \quad (4')$$

$$0.60 \leq r_1 / (n_1 \cdot f) \leq 1.10 \quad (5')$$

$$0.3 \leq (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) \leq 2.0 \quad (6')$$

ただし、

d_1 : 第1レンズの軸上レンズ厚

f : 焦点距離

r_i : 各面の近軸曲率半径

n_1 : 第1レンズの屈折率

【0035】

(4') 式は第1レンズの中心厚に関し、その下限を外れると像高特性が劣化する。一方、その上限を外れるとレンズが厚肉になってピックアップのサイズが大きくなる。(5') 式は第1レンズの曲率半径に関し、その下限を外れて r_1 が小さくなると、第1レンズ面のシフト感度あるいはティルト感度が増大する。一方、上限を外れて r_1 が大きくなると、第2レンズのパワー負担が増加し、第2レンズのレンズ厚に対する誤差感度が増大する。(6') 式は第1レンズの形状に関し、その下限を外れて両凸対称形状に近くなると球面収差の補正が難しい。一方、その上限を外れてメニスカスの度合いが大きくなると、第1レンズの第1面と第2面との間の軸ずれによる収差劣化が大きい。

【0036】

請求項20に記載の光ピックアップ装置の対物レンズの如く、次式を満たすようにすればより好ましい。

$$1.00 \leq d_1 / f \leq 1.40 \quad (7')$$

$$0.70 \leq r_1 / (n_1 \cdot f) \leq 0.90 \quad (8')$$

$$0.4 \leq (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) \leq 1.4 \quad (9')$$

【0037】

本明細書中で用いる回折パターン（又は回折面）とは、光学素子の表面、例えばレンズの表面に、レリーフを設けて、回折によって光束を集光あるいは発散させる作用を持たせた形態（又は面）のことをいい、一つの光学面に回折を生じる領域と生じない領域がある場合は、回折を生じる領域をいう。レリーフの形状としては、例えば、光学素子の表面に、光軸を中心とする略同心円状の輪帯として

形成され、光軸を含む平面でその断面をみれば各輪帯は鋸歯のような形状が知られているが、そのような形状を含むものである。

【 0 0 3 8 】

本明細書中において、対物レンズとは、狭義には光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置で、これと対向すべく配置される集光作用を有するレンズを指し、広義にはそのレンズと共に、アクチュエータによって少なくともその光軸方向に作動可能なレンズ群を指すものとする。ここで、かかるレンズ群とは、少なくとも1枚以上（例えば2枚）のレンズを指すものである。従って、本明細書中において、対物レンズの光情報記録媒体側の開口数NAとは、対物レンズの最も光情報記録媒体側に位置するレンズ面の開口数NAを指すものである。また、本明細書中では開口数NAは、それぞれの光情報記録媒体の規格で規定されている開口数、あるいはそれぞれの光情報記録媒体に対して、使用する光源の波長に応じ、情報の記録または再生をするために必要なスポット径を得ることができる回折限界性能の対物レンズの開口数を示す。

【 0 0 3 9 】

本明細書中において、光情報記録媒体（光ディスク）としては、例えば、CD-R、CD-RW、CD-Video、CD-ROM等の各種CD、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW、DVD-Video等の各種DVD、或いはMD等のディスク状の現在の光情報記録媒体および次世代の記録媒体なども含まれる。多くの光情報記録媒体の情報記録面上には透明基板が存在する。しかしながら、透明基板の厚さが殆どゼロに近いもの、あるいは透明基板が全くないものも存在もしくは提案されている。説明の都合上、本明細書中「透明基板を介して」と記載することがあるが、かかる透明基板は厚さがゼロである、すなわち透明基板が全くない場合も含むものである。

【 0 0 4 0 】

本明細書中において、情報の記録および再生とは、上記のような情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録すること、情報記録面上に記録された情報を再生することをいう。本発明の光ピックアップ装置は、記録だけ或いは再生だけを行うために用いられるものであってもよいし、記録および再生の両方を行うために用

いられるものであってもよい。また、或る情報記録媒体に対しては記録を行い、別の情報記録媒体に対しては再生を行うために用いられるものであってもよいし、或る情報記録媒体に対しては記録または再生を行い、別の情報記録媒体に対しては記録及び再生を行うために用いられるものであってもよい。なお、ここでいう再生とは、単に情報を読み取ることを含むものである。

【0041】

本発明の光ピックアップ装置は、各種のプレーヤまたはドライブ等、あるいはそれらを組み込んだAV機器、パソコン、その他の情報端末等の音声および／または画像の記録および／または再生装置に搭載することができる。

【0042】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0043】

一般に、回折輪帯（各輪帯の位置）のピッチは、後述の実施例で詳述する光路差関数を使って定義される。具体的には、回折面は光路差関数 $\Phi(h)$ で表し、光路差関数は基準波長の1次回折光に対し回折面によって付加される光路差をあらわすものとする。光路差関数の値が $m\lambda$ （ m は回折次数）変わると回折輪帯を設ける。

$$\Phi(h) = b_2 * h^2 + b_4 * h^4 + b_6 * h^6 + \dots \quad (10)$$

ただし、

h : 光軸からの距離

b_2 、 b_4 、 b_6 、 \dots : 光路差関数の係数

【0044】

上記の定義を基にした場合、光路差関数の2次係数を零でない値とすることにより、レンズにパワーを持たせることができる。また、光路差関数の2次以外の係数、例えば、4次係数、6次係数、8次係数、10次係数等を零でない値とすることにより、球面収差を制御することができる。尚、ここで、制御するということは、屈折パワーを有する部分が持つ球面収差を、逆の球面収差を発生させて補正したり、全体の球面収差を所望な値にすることを意味する。

【 0 0 4 5 】

図 1 は、本実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略構成図である。図 1 において、第 1 の光情報記録媒体（光ディスク）に対して記録および／または再生を行う第 1 光源 1 1 と、第 2 の光情報記録媒体（光ディスク）に対して記録および／または再生を行う第 1 光源 1 1 とは波長の異なる第 2 光源 1 2 とを備え、それぞれの光源から射出される発散光束の発散角を所望の発散角に変換するカップリングレンズ 2 1, 2 2 と、上記光束をほぼ一つの方に進むように合成する光合成手段であるビームスプリッタ 6 2 と、ビームスプリッタ 6 2 からの光束を光情報記録媒体の情報記録面 5 に集光する対物レンズ光学系 3 と光情報記録媒体からの反射光を受光する光検出器 4 1, 4 2 を備えている。図中、8 は絞、9 はシリンドリカルレンズ、7 1, 7 2 は 1/4 波長版、1 5 は光源 1 1 からの発散光束の発散度を小さくするためのカップリングレンズ、1 6 は凹レンズ、1 7 は反射光束を分離するためのホログラムである。

【 0 0 4 6 】

第 1 光源 1 1 は波長 $\lambda_1 = 400 \text{ nm}$ 程度のレーザ光を射出し、このとき透明基板厚 $t_1 = 0.1 \text{ mm}$ の記録媒体に対して記録および／または再生を行うのに必要な対物レンズの開口数を $NA_1 = 0.85$ とする。第 2 光源 1 2 は波長 $\lambda_2 = 650 \text{ nm}$ 程度のレーザ光を射出し、このとき透明基板厚 $t_2 = 0.6 \text{ mm}$ の記録媒体に対して記録および／または再生を行うのに必要な対物レンズの開口数を $NA_2 = 0.65$ とする。

【 0 0 4 7 】

本実施の形態における 2 枚構成の高 NA 対物レンズで、厚みの異なる情報記録媒体に対応できる対物レンズを得るための、回折面の役割は、球面収差の補正であるが、球面収差の補正について、以下のような場合がある。

【 0 0 4 8 】

[1] 透明基板の厚さ t_1 の記録媒体に対する物点の位置と、透明基板の厚さ t_2 の記録媒体に対する物点の位置とが等しい場合、例えば対物レンズにはいずれもコリメートされた平行光が入射する場合。

このとき回折面だけの作用によって基板厚の違いによる球面収差を補正する。

透明基板の厚さ t_2 の記録媒体に対して、(イ) 透明基板の厚さ t_1 の記録媒体に対して必要な開口数 NA_1 まで球面収差を小さくする場合と、(ロ) 透明基板の厚さ t_2 の記録媒体に対して必要な開口数 NA_2 の範囲まで球面収差を小さくし、開口数 NA_1 から開口数 NA_2 までの範囲は球面収差を大きくする場合がある。(イ) の場合は、いずれの記録媒体に対しても、大きい側の開口数 NA_1 に対して、小さなスポットを得ることができる。(ロ) の場合は、厚さ t_2 の記録媒体に対して、開口数 NA_2 に相当する必要なスポットサイズ以下に、スポットが小さく絞られすぎること防ぐことができる。

【 0 0 4 9 】

〔 2 〕 透明基板の厚さ t_1 の記録媒体に対する物点の位置と、透明基板の厚さ t_2 の記録媒体に対する物点の位置とが異なる場合、例えば厚さ t_1 の記録媒体に対しては対物レンズに平行光が入射し、厚さ t_2 の記録媒体に対しては対物レンズに発散光が入射する場合。

このとき基板厚の違いによる球面収差を、物点位置の違いによってある程度補正することができる。しかし前述の〔 1 〕の場合における(イ)、(ロ)のように球面収差を任意の形状に制御することは難しく、そのためには回折面が必要となる。物点位置の違いと回折面の作用とにより、球面収差をより精緻に補正したり、あるいは回折面の形状を製造しやすいように制御することができる。

【 0 0 5 0 】

従って、上述したように、対物レンズにおいては次式を満たすことが好ましい。

$$0.4 \leq |(Ph/Pf) - 2| \leq 2.5 \quad (1)$$

ただし、

Pf : 透明基板の厚さ t_1 の情報記録媒体に記録または再生を行うのに必要な像側開口数 NA_1 における回折輪帯のピッチ

Ph : NA_1 の $1/2$ の開口数における回折輪帯のピッチ

【 0 0 5 1 】

(1) 式は、回折輪帯のピッチすなわち光軸に垂直な方向の輪帯間の間隔に関する。光路差関数が h の 2 乗の項しか有しないならば、 $(Ph/Pf) - 2 = 0$

となるが、本発明では二つの基板厚の違いによって生じる球面収差の差を、回折を利用して良好に補正するために、光路差関数の高次の項を用いることが望ましく、このとき $(P_h/P_f) - 2$ が 0 からある程度離れた値を取ることが望ましい。(1) 式で下限を外れると、高次の球面収差を補正する回折の作用が弱まり、基板厚の違いによって生じる 2 波長間の球面収差の差を回折の作用で補正することが難しくなる。(1) 式で上限を外れると回折輪帯のピッチが過小となる箇所が生じ、回折効率の高いレンズを製造することが難しくなる。

【0052】

尚、対物レンズは、次式を満たすようにすれば好ましい。

$$0.8 \leq |(P_h/P_f) - 2| \leq 6.0 \quad (2)$$

【0053】

又、対物レンズは、次式を満たすようにすればより好ましい。

$$1.2 \leq |(P_h/P_f) - 2| \leq 2.0 \quad (3)$$

【0054】

更に、対物レンズは、次式を満たすようにすればより好ましい。

$$0.70 \leq d_1/f \leq 1.70 \quad (4)$$

$$0.60 \leq r_1/(n_1 \cdot f) \leq 1.10 \quad (5)$$

$$0.3 \leq (r_2 + r_1)/(r_2 - r_1) \leq 2.0 \quad (6)$$

ただし、

d_1 : 第 1 レンズの軸上レンズ厚

f : 焦点距離

r_i : 各面の近軸曲率半径

n_1 : 第 1 レンズの屈折率

【0055】

(4) 式は第 1 レンズの中心厚に関し、その下限を外れると像高特性が劣化する。一方、その上限を外れるとレンズが厚肉になってピックアップのサイズが大きくなる。(5) 式は第 1 レンズの曲率半径に関し、その下限を外れて r_1 が小さくなると、第 1 レンズ面のシフト感度あるいはティルト感度が増大する。一方、上限を外れて r_1 が大きくなると、第 2 レンズのパワー負担が増加し、第 2 レンズ

レンズのレンズ厚に対する誤差感度が増大する。(6)式は第1レンズの形状に関し、その下限を外れて両凸対称形状に近くなると球面収差の補正が難しい。一方、その上限を外れてメニスカスの度合いが大きくなると、第1レンズの第1面と第2面との間の軸ずれによる収差劣化が大きい。

【0056】

尚、対物レンズは、次式を満たすようにすればより好ましい。

$$1.00 \leq d_1 / f \leq 1.40 \quad (7)$$

$$0.70 \leq r_1 / (n_1 \cdot f) \leq 0.90 \quad (8)$$

$$0.4 \leq (r_2 + r_1) / (r_2 - r_1) \leq 1.4 \quad (9)$$

【0057】

【実施例】

以下に、本発明の対物レンズの実施例1から5を示す。

尚、各実施例とも、

$$\lambda_1 = 400 \text{ nm}, \lambda_2 = 650 \text{ nm}$$

$$t_1 = 0.1 \text{ mm}, t_2 = 0.6 \text{ mm}$$

$$NA_1 = 0.85, NA_2 = 0.65$$

としている。

【0058】

実施例1～5の光ピックアップ用光学系を構成する各レンズは、次の式で表される非球面形状を光学面に有している。

【0059】

$$X = (h^2 / r^2) / (1 + \sqrt{1 - (1 + K) h^2 / r^2}) + A_2 h^2 + A_4 h^4 + A_6 h^6 + \dots \quad (11)$$

ただし

A_2, A_4, A_6, \dots : 非球面係数

K : 円錐係数

r : 近軸曲率半径

d : 面間隔

n : 基準波長での屈折率

v d : アッベ数

【 0 0 6 0 】

表 1 は、各実施例の条件値をまとめたものである。

【表 1】

ex	1	2	3	4	5
物点位置 (400nm)	∞	∞	∞	∞	∞
(650nm)	∞	∞	∞	有限	有限
球面収差補正	フレア出し	完全補正	完全補正	完全補正	フレア出し
f(400nm)	2. 01	1. 92	2. 35	2. 35	2. 34
hf	1. 732	1. 622	2. 024	2. 024	1. 988
hh	0. 866	0. 811	1. 012	1. 012	0. 994
NA(400nm)	0. 85	0. 83	0. 85	0. 85	0. 85
(650nm)	0. 83	0. 82	0. 83	0. 88	0. 86

波面収差 (λ_{rms})					
$\lambda=400$ 最大NA	0. 013	0. 012	0. 006	0. 005	0. 009
$\lambda=650$ 最大NA	0. 35	0. 005	0. 001	0. 005	0. 64
NA=0. 65	0. 002	—	—	—	0. 003

Pf	0. 026	0. 023	0. 0036	0. 0067	0. 010
Ph	0. 019	0. 011	0. 089	0. 027	0. 028
Ph/Pf-2	1. 3	1. 5	23	2. 0	0. 8

d1	2. 5	2. 5	3. 12	2. 48	2. 49
r1	2. 137	2. 036	2. 545	2. 685	2. 532
r2	43. 42	-14. 86	30. 18	18. 34	17. 67
n1	1. 508	1. 508	1. 508	1. 508	1. 508

$(r2+r1)/(r2-r1)$	1. 10	0. 76	1. 18	1. 34	1. 33
d1/f	1. 24	1. 30	1. 33	1. 06	1. 06
$r1/(n1 \cdot f)$	0. 71	0. 70	0. 72	0. 76	0. 72

【0 0 6 1】

表 2 は、実施例 1 の対物レンズにかかるレンズデータであり、表 3 は、実施例

1 の対物レンズにかかる非球面データである。図 2 (a) は、実施例 1 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m の光束が入射した場合における光路図であり、図 2 (b) は、実施例 1 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m の光束が入射した場合における光路図である。図 3 (a) は、実施例 1 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図であり、図 3 (b) は、実施例 1 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図である。

【表 2】

面No	R	D	n ($\lambda=400\text{nm}$)	n ($\lambda=650\text{nm}$)
光源	∞	d_0		
絞り	∞	0.0		
1(非球面1・回折面1)	2.1368	2.500	1.50767	1.49529
2(非球面2)	43.4232	0.100		
3(非球面3)	1.3659	1.350	1.60039	1.58037
4	-7.3743	d_4		
5 } カバーガラス	∞	d_5	1.62158	1.57756
6 }	∞	0.00		
像面				

	$\lambda=400\text{nm}$ のとき	$\lambda=650\text{nm}$ のとき
f	2.01	2.06
NA	0.85	0.83
d_0	∞	∞
d_4	0.401	0.200
d_5	0.10	0.60

【表 3】

非球面・回折面係数

非球面 1

$$K = 0.0$$

$$A_4 = -1.8391 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -5.3123 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 1.2959 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = -4.8366 \times 10^{-4}$$

非球面 2

$$K = 0.0$$

$$A_4 = 9.9905 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -3.6972 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -1.0407 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = 5.1889 \times 10^{-3}$$

回折面 1

$$b_2 = 1.4999 \times 10^{-2}$$

$$b_4 = -2.0834 \times 10^{-3}$$

$$b_6 = 8.1239 \times 10^{-4}$$

$$b_8 = -4.9012 \times 10^{-4}$$

$$b_{10} = 5.8249 \times 10^{-5}$$

非球面 3

$$K = 0.0$$

$$A_4 = 2.6769 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 4.8247 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -7.9311 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = 1.3345 \times 10^{-2}$$

【 0 0 6 2 】

表 4 は、実施例 2 の対物レンズにかかるレンズデータであり、表 5 は、実施例 2 の対物レンズにかかる非球面データである。図 4 (a) は、実施例 2 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m の光束が入射した場合における光路図であり、図 4 (b) は、実施例 2 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m の光束が入射した場合における光路図である。図 5 (a) は、実施例 2 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図であり、図 5 (b) は、実施例 2 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図である。

【表 4】

面No	R	D	n ($\lambda=400\text{nm}$)	n ($\lambda=650\text{nm}$)
光源	∞	d_0		
絞り	∞	0.0		
1(非球面1-回折面1)	2.0363	2.5000	1.50767	1.49529
2(非球面2)	-14.8624	0.1000		
3(非球面3)	1.3492	1.3500	1.60039	1.58037
4	-12.0423	d_4		
5	∞	d_5	1.62158	1.57756
6	∞	0.00		
像面				

	$\lambda=400\text{nm}$ のとき	$\lambda=650\text{nm}$ のとき
f	1.92	1.98
NA	0.83	0.82
d_0	∞	∞
d_4	0.358	0.200
d_5	0.10	0.60

【表 5】

非球面・回折面係数

非球面 1

$$K = 0.0$$

$$A_4 = -1.1046 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -4.1053 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 9.8081 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = -6.7767 \times 10^{-4}$$

非球面 2

$$K = 0.0$$

$$A_4 = 3.0270 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -1.2017 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -4.1606 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = 1.7831 \times 10^{-3}$$

回折面 1

$$b_2 = 2.5620 \times 10^{-2}$$

$$b_4 = -2.2713 \times 10^{-3}$$

$$b_6 = 8.5691 \times 10^{-4}$$

$$b_8 = -2.4725 \times 10^{-4}$$

$$b_{10} = -3.4787 \times 10^{-5}$$

非球面 3

$$K = 0.0$$

$$A_4 = -5.7028 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = 1.2791 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -1.5440 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = -7.1393 \times 10^{-3}$$

【0063】

表 6 は、実施例 3 の対物レンズにかかるレンズデータであり、表 7 は、実施例 3 の対物レンズにかかる非球面データである。図 6 (a) は、実施例 3 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m の光束が入射した場合における光路図であり、図 6 (b) は、実施例 3 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m の光束が入射した場合における光路図である。図 7 (a) は、実施例 3 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図であり、図 7 (b) は、実施例 3 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図である。

【表 6】

面No	R	D	n ($\lambda=400\text{nm}$)	n ($\lambda=650\text{nm}$)
光源	∞	d_0		
絞り	∞	0.0		
1(非球面1・回折面1)	2.5445	3.121	1.50767	1.49529
2(非球面2)	30.1804	0.1000		
3(非球面3)	1.3476	1.222	1.60039	1.58037
4(非球面4)	7.7991	d_4		
5 } カバーガラス	∞	d_5	1.62158	1.57756
6 }	∞	0.00		
像面				

	$\lambda=400\text{nm}$ のとき	$\lambda=650\text{nm}$ のとき
f	2.35	2.41
NA	0.85	0.83
d_0	∞	∞
d_4	0.478	0.200
d_5	0.10	0.60

【表 7】

非球面・回折面係数

非球面 1

$$K = 0.0$$

$$A_4 = -4.0233 \times 10^{-4}$$

$$A_6 = -4.0368 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 9.8676 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = -1.7886 \times 10^{-4}$$

非球面 4

$$K = 0.0$$

$$A_4 = -4.7382 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -6.3116 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = 1.5718 \times 10^{-1}$$

$$A_{10} = -6.6075 \times 10^{-2}$$

非球面 2

$$K = 0.0$$

$$A_4 = 8.4214 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -5.8551 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = 1.4917 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = -1.3672 \times 10^{-3}$$

回折面 1

$$b_2 = 0.0$$

$$b_4 = -8.1431 \times 10^{-4}$$

$$b_6 = -3.5697 \times 10^{-4}$$

$$b_8 = 8.5236 \times 10^{-5}$$

$$b_{10} = -1.8259 \times 10^{-5}$$

非球面 3

$$K = 0.0$$

$$A_4 = 2.8036 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 3.5282 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -6.4449 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = 1.3535 \times 10^{-2}$$

【0064】

表 8 は、実施例 4 の対物レンズにかかるレンズデータであり、表 9 は、実施例 4 の対物レンズにかかる非球面データである。図 8 (a) は、実施例 4 の対物レンズに対し光源波長が 400 nm の光束が入射した場合における光路図であり、図 8 (b) は、実施例 4 の対物レンズに対し光源波長が 650 nm の光束が入射した場合における光路図である。図 9 (a) は、実施例 4 の対物レンズに対し光

源波長が 4 0 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図であり、図 9 (b) は、実施例 4 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図である。

【表 8】

面No	R	D	n ($\lambda=400\text{nm}$)	n ($\lambda=650\text{nm}$)
光源	∞	d_0		
絞り	∞	0.0		
1(非球面1・回折面1)	2.6851	2.477	1.50767	1.49529
2(非球面)	18.3367	1.150		
3(非球面)	1.1229	1.124	1.60039	1.58037
4(非球面)	48.5371	d_4		
5 } カバーガラス	∞	d_5	1.62158	1.57756
6 }	∞	0.00		
像面				

	$\lambda=400\text{nm}$ のとき	$\lambda=650\text{nm}$ のとき
f	2.35	2.42
NA	0.85	0.88
d_0	∞	22.579
d_4	0.293	0.201
d_5	0.10	0.60

【表 9】

非球面・回折面係数

非球面 1

$$K = 0.0$$

$$A_4 = 6.2324 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -2.7358 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 4.9835 \times 10^{-4}$$

$$A_{10} = -9.2157 \times 10^{-5}$$

非球面 2

$$K = 0.0$$

$$A_4 = 6.0944 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -3.1980 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = 6.3385 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = -4.0811 \times 10^{-4}$$

回折面 1

$$b_2 = -7.5479 \times 10^{-3}$$

$$b_4 = 6.5354 \times 10^{-4}$$

$$b_6 = -5.9254 \times 10^{-4}$$

$$b_8 = 1.8987 \times 10^{-4}$$

$$b_{10} = -2.4754 \times 10^{-5}$$

非球面 3

$$K = 0.0$$

$$A_4 = 6.7309 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -8.8713 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = 4.2080 \times 10^{-2}$$

$$A_{10} = -3.8927 \times 10^{-2}$$

非球面 4

$$K = 0.0$$

$$A_4 = 9.9287 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -2.0045 \times 10^{-1}$$

$$A_8 = 1.9940 \times 10^{-1}$$

$$A_{10} = 1.3539 \times 10^{-1}$$

【0065】

表 10 は、実施例 5 の対物レンズにかかるレンズデータであり、表 11 は、実施例 5 の対物レンズにかかる非球面データである。図 10 (a) は、実施例 5 の対物レンズに対し光源波長が 400 nm の光束が入射した場合における光路図で

あり、図 1 0 (b) は、実施例 5 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m の光束が入射した場合における光路図である。図 1 1 (a) は、実施例 5 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図であり、図 1 1 (b) は、実施例 5 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図である。

【表 1 0】

面No	R	D	n ($\lambda=400\text{nm}$)	n ($\lambda=650\text{nm}$)
光源	∞	d ₀		
絞り	∞	0.0		
1(非球面1・回折面1)	2.5321	2.489	1.50767	1.49529
2(非球面2)	17.6737	1.106		
3(非球面3)	1.1134	1.034	1.60039	1.58037
4(非球面4)	-199.389	d ₄		
5 } 6 } カバーガラス	∞	d ₅	1.62158	1.57756
像面	∞	0.00		

	$\lambda=400\text{nm}$ のとき	$\lambda=650\text{nm}$ のとき
f	2.34	2.40
NA	0.85	0.86
d ₀	∞	22.524
d ₄	0.2928	0.2011
d ₅	0.10	0.60

【表 1 1】

非球面・回折面係数

非球面 1

$$\begin{aligned} K &= 0.0 \\ A_4 &= 4.4218 \times 10^{-3} \\ A_6 &= -2.8290 \times 10^{-3} \\ A_8 &= 4.8087 \times 10^{-4} \\ A_{10} &= -9.6310 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

非球面 2

$$\begin{aligned} K &= 0.0 \\ A_4 &= 5.5520 \times 10^{-2} \\ A_6 &= -3.2287 \times 10^{-2} \\ A_8 &= 6.4661 \times 10^{-3} \\ A_{10} &= -3.4616 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

回折面 1

$$\begin{aligned} b_2 &= -7.1549 \times 10^{-3} \\ b_4 &= 6.8588 \times 10^{-4} \\ b_6 &= -6.1172 \times 10^{-4} \\ b_8 &= 1.8122 \times 10^{-4} \\ b_{10} &= -2.0035 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

非球面 3

$$\begin{aligned} K &= 0.0 \\ A_4 &= 6.6942 \times 10^{-2} \\ A_6 &= -1.1213 \times 10^{-1} \\ A_8 &= 6.2206 \times 10^{-2} \\ A_{10} &= -7.6179 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

非球面 4

$$\begin{aligned} K &= 0.0 \\ A_4 &= 1.2260 \times 10^{-1} \\ A_6 &= -4.4575 \times 10^{-1} \\ A_8 &= 4.4697 \times 10^{-1} \\ A_{10} &= 6.3971 \times 10^{-2} \end{aligned}$$

【0 0 6 6】

このように、いずれの実施例の対物レンズにおいても、球面収差を小さく抑えることができるのがわかる。

【0 0 6 7】

尚、実施例 1, 2, 3 においては、第 1 の情報記録媒体、第 2 の情報記録媒体いずれに対しても物点位置は無限遠である。実施例 4, 5 は第 1 の情報記録媒体に対して物点位置は無限遠であり、第 2 の情報記録媒体に対して物点位置は有限である。また実施例 1, 5 は、第 2 の情報記録媒体に対して NA_2 から NA_1 までの開口に対する球面収差をフレアとしている。更に、実施例 2, 3, 4 は、第 2 の情報記録媒体に対して NA_2 から NA_1 までの開口に対する球面収差を小さな量に補正している。

【0068】

対物レンズの使用状態において、対物レンズから射出される光束の像側開口数が、各情報記録媒体の記録再生に必要な開口数 NA_1 、 NA_2 というように異なってもよい。

【0069】

各実施例において、収差図上の NA は、第 1 面の接平面上に設けた所定の開口径の絞りで定まる NA を示したが、絞りは別の位置に設けてもよいし、第 2 の情報記録媒体に対して、絞り径を小さくしてもよい。なお波面収差の計算に用いた各波長での最大 NA は、上記の所定の開口径の絞りで定まる NA であって、第 1 の情報記録媒体の記録再生に必要な開口数 NA_1 とは少し異なるが、波面収差の値に大差はない。

【0070】

【発明の効果】

本発明によると、2 枚構成の高 NA 対物レンズであって、レンズ間隔を変化させずとも厚みの異なる情報記録媒体に対応できる対物レンズ、及びその対物レンズを搭載した光ピックアップ装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施の形態にかかる光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図 2】

図 2 (a) は、実施例 1 の対物レンズに対し光源波長が 400 nm の光束が入射した場合における光路図であり、図 2 (b) は、実施例 1 の対物レンズに対し

光源波長が 6 5 0 n m の光束が入射した場合における光路図である。

【図 3】

図 3 (a) は、実施例 1 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図であり、図 3 (b) は、実施例 1 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図である。

【図 4】

図 4 (a) は、実施例 2 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m の光束が入射した場合における光路図であり、図 4 (b) は、実施例 2 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m の光束が入射した場合における光路図である。

【図 5】

図 5 (a) は、実施例 2 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図であり、図 5 (b) は、実施例 2 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図である。

【図 6】

図 6 (a) は、実施例 3 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m の光束が入射した場合における光路図であり、図 6 (b) は、実施例 3 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m の光束が入射した場合における光路図である。

【図 7】

図 7 (a) は、実施例 3 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図であり、図 7 (b) は、実施例 3 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図である。

【図 8】

図 8 (a) は、実施例 4 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m の光束が入射した場合における光路図であり、図 8 (b) は、実施例 4 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m の光束が入射した場合における光路図である。

【図 9】

図 9 (a) は、実施例 4 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図であり、図 9 (b) は、実施例 4 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図である。

【図 1 0】

図 1 0 (a) は、実施例 5 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m の光束が入射した場合における光路図であり、図 1 0 (b) は、実施例 5 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m の光束が入射した場合における光路図である。

【図 1 1】

図 1 1 (a) は、実施例 5 の対物レンズに対し光源波長が 4 0 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図であり、図 1 1 (b) は、実施例 5 の対物レンズに対し光源波長が 6 5 0 n m 近傍の光束が入射した場合における球面収差図である。

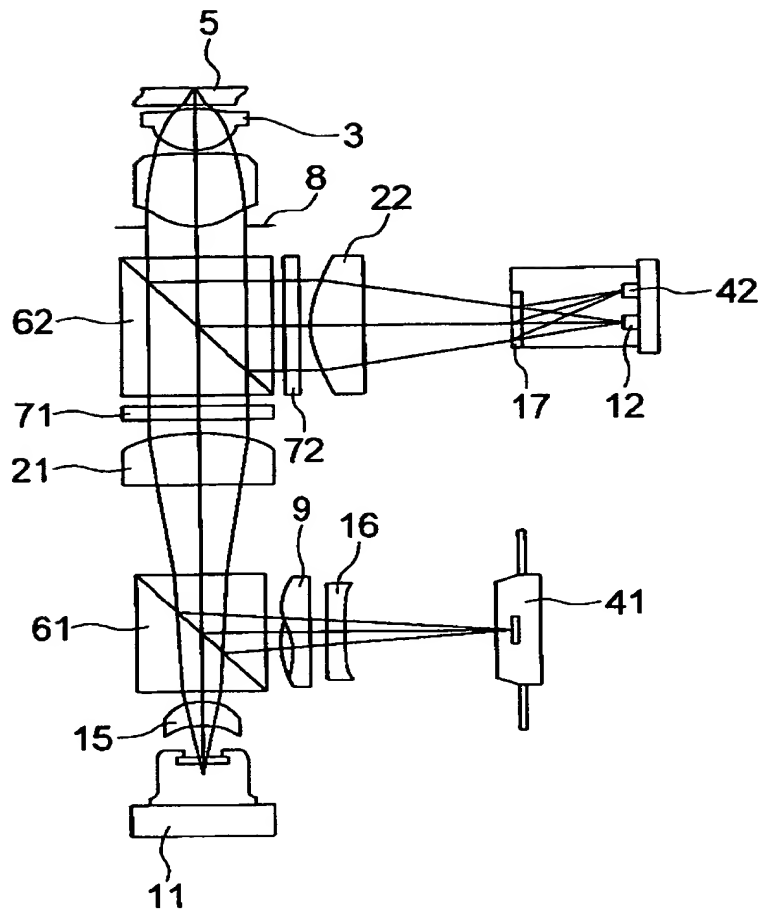
【符号の説明】

- 8 絞り
- 9 シリンドリカルレンズ
- 1 1 第 1 光源
- 1 2 第 2 光源
- 1 5 カップリングレンズ
- 1 6 凹レンズ
- 1 7 ホログラム
- 2 1、2 2 カップリングレンズ
- 4 1、4 2 光検出器
- 6 2 ビームスプリッタ
- 7 1、7 2 1 / 4 波長板

【書類名】

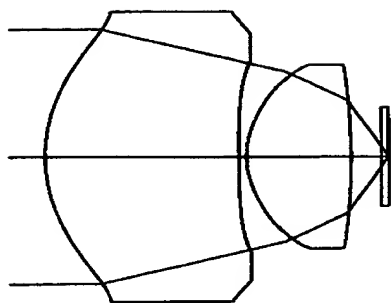
図面

【図 1】

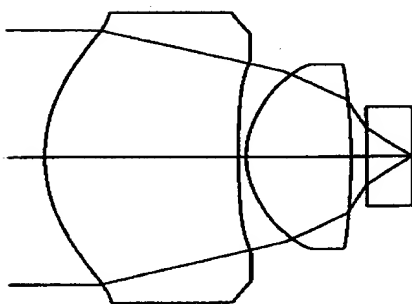


【図 2】

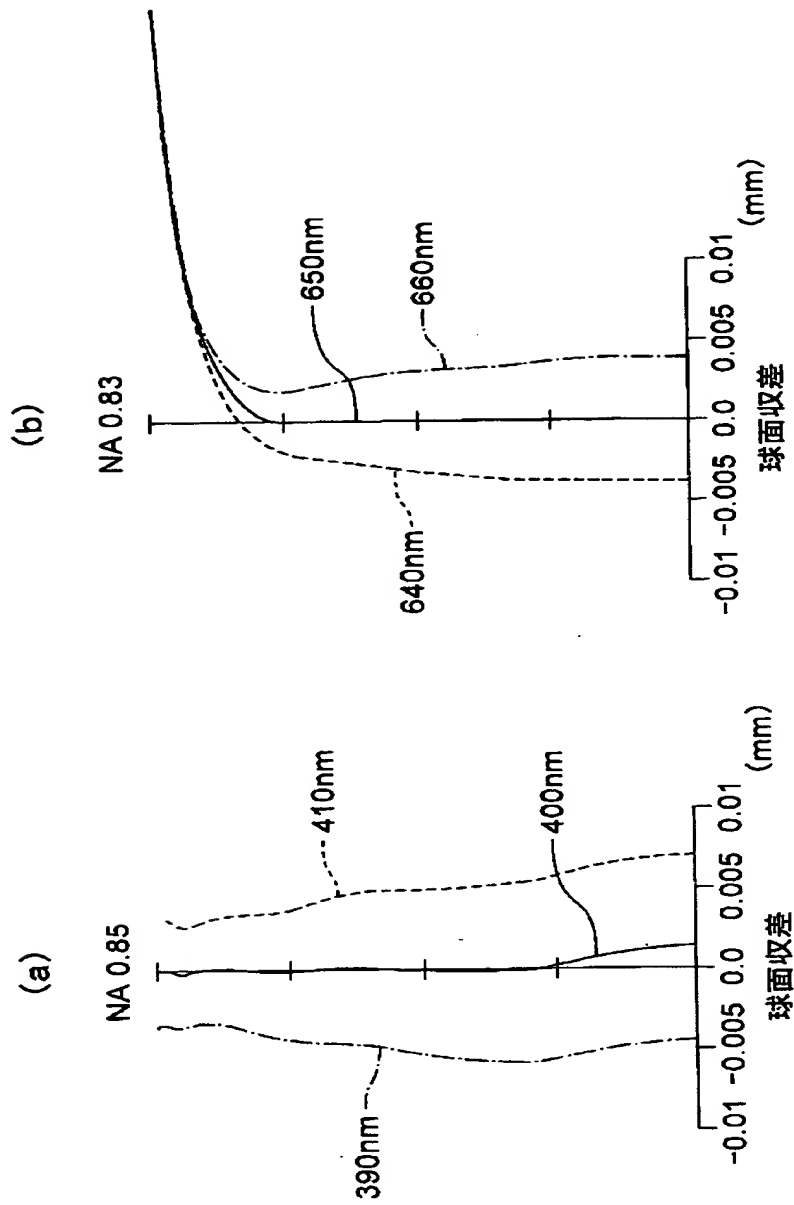
(a)



(b)

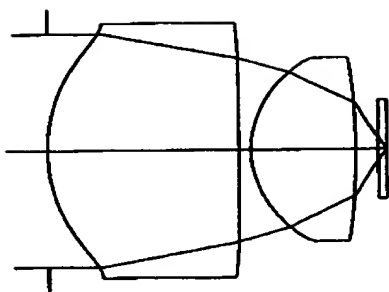


【図 3】

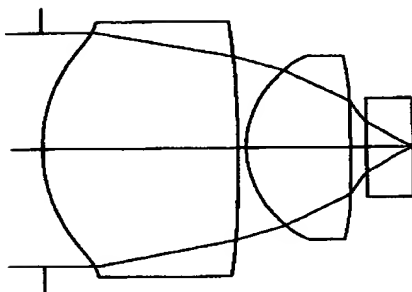


【図 4】

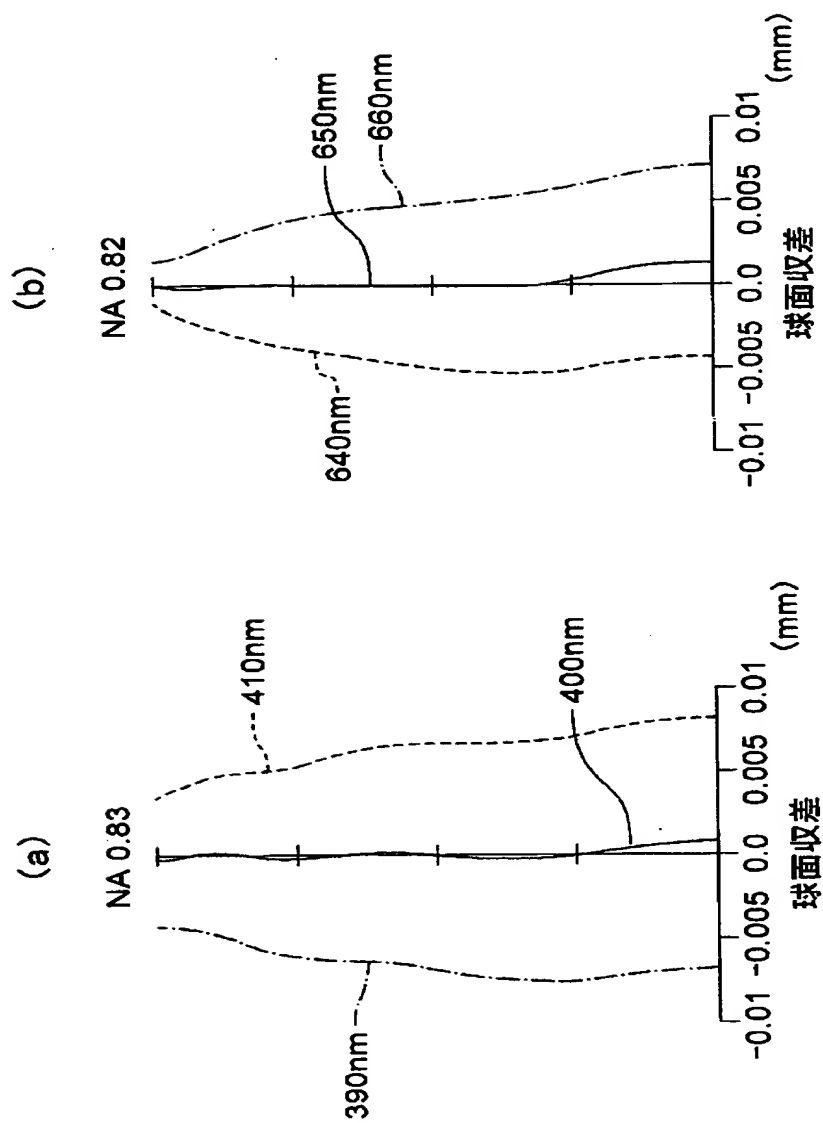
(a)



(b)

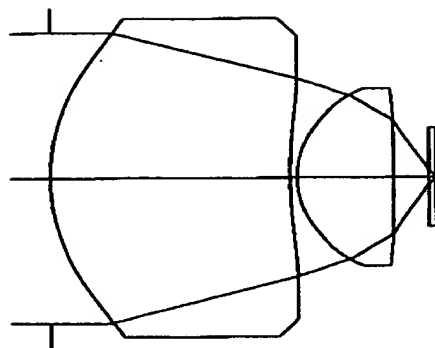


【図 5】

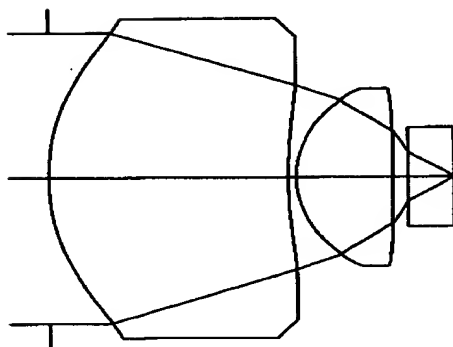


【図 6】

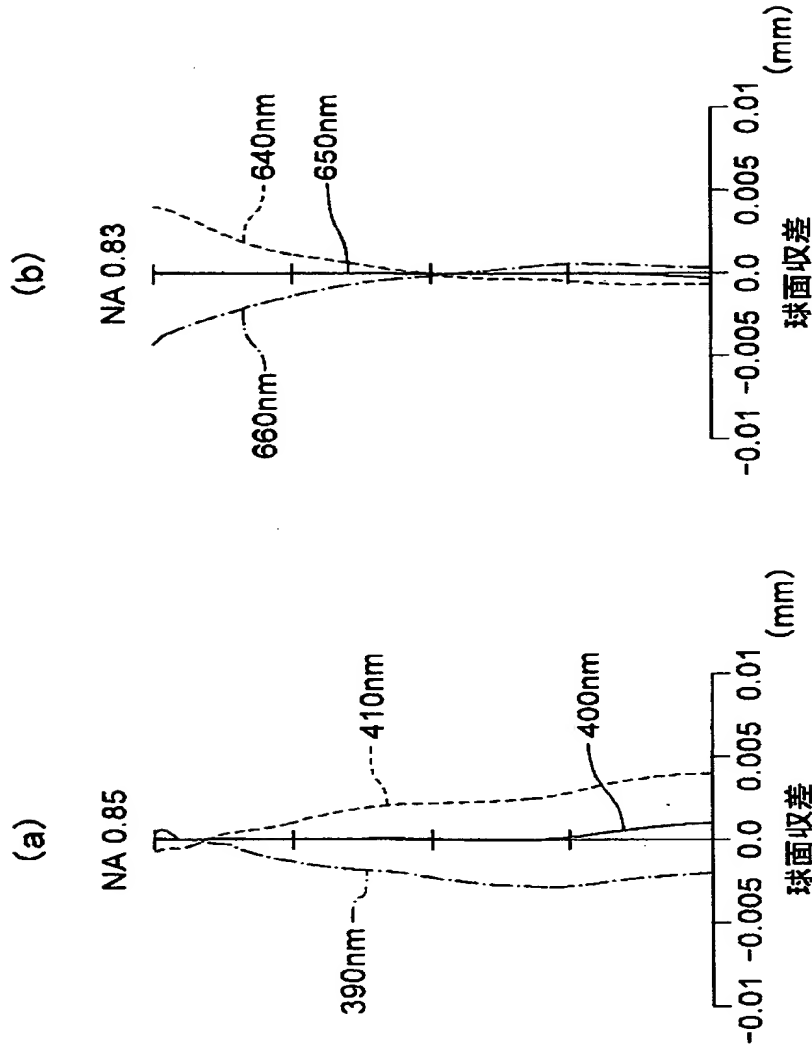
(a)



(b)

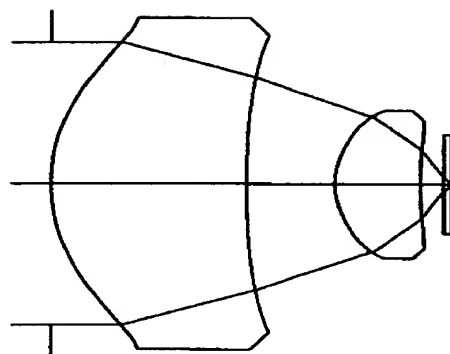


【图 7】

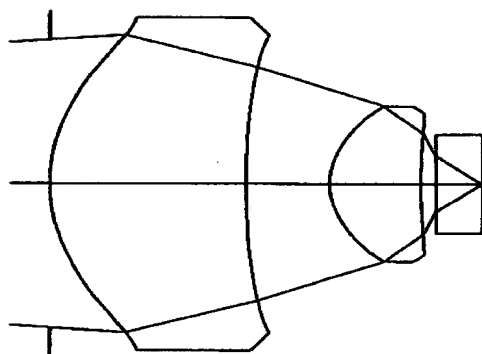


【図 8】

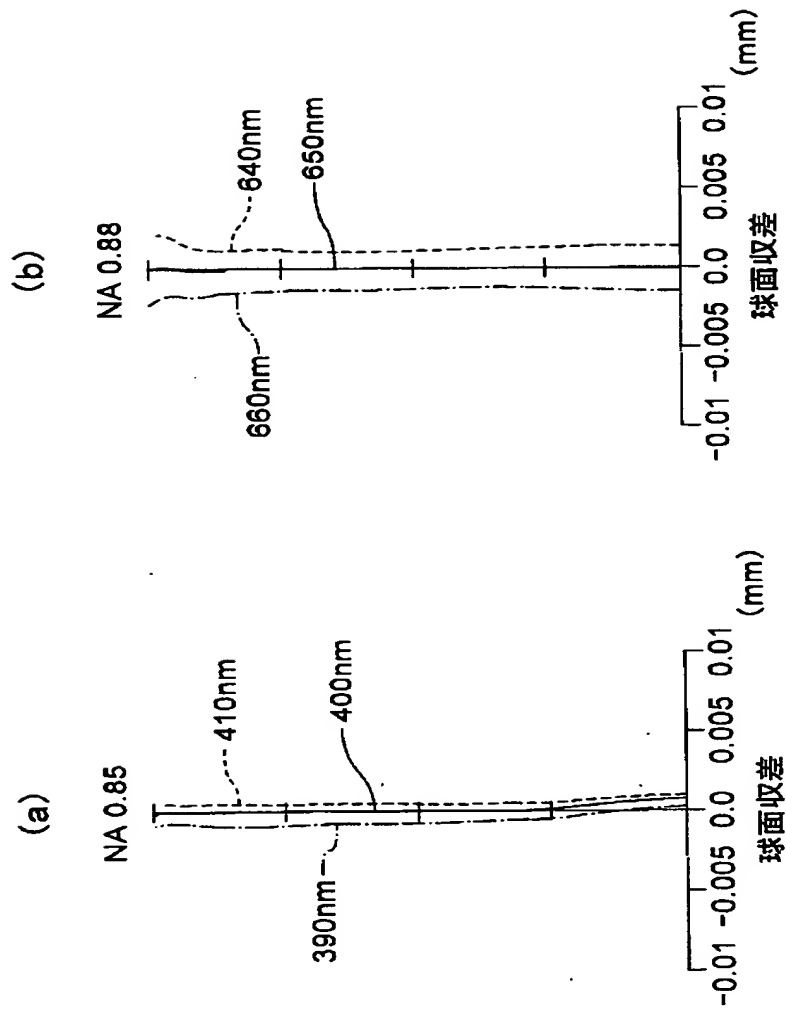
(a)



(b)

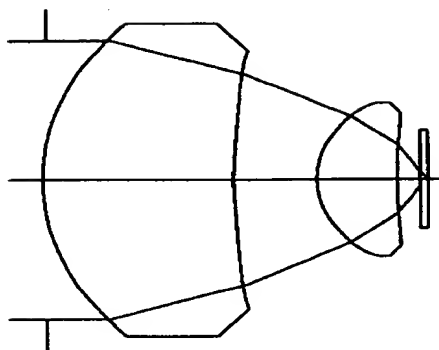


【図 9】

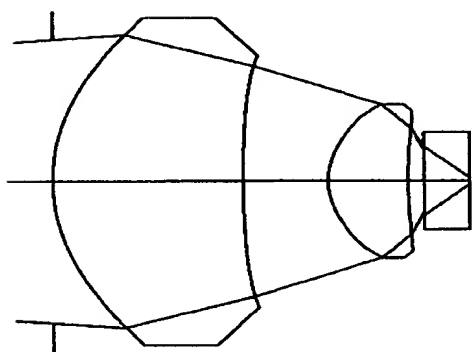


【図 1 0】

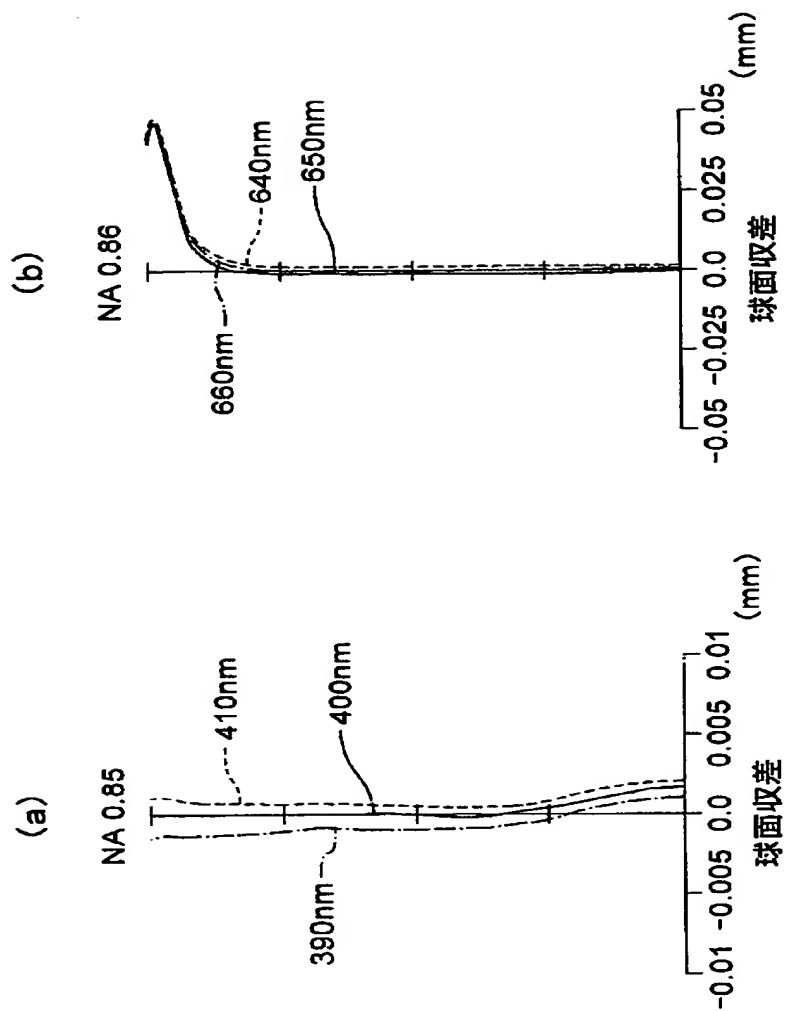
(a)



(b)



【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

2枚構成の高NA対物レンズであって、レンズ間隔を変化させずとも厚みの異なる情報記録媒体に対応できる対物レンズ、及びその対物レンズを搭載した光ピックアップ装置を提供する。

【解決手段】

対物レンズにおいて、波長 λ_1 と透明基板の厚さ t_1 と像側開口数NA1の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_1\text{rms}$ 以下であり、かつ波長 λ_2 と透明基板の厚さ t_2 と像側開口数NA2の組み合わせに対して、その波面収差が $0.07\lambda_2\text{rms}$ 以下であるようにしているので、異なる波長の光源を用いて、異なる基板厚さの光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を適切に行うことができる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	平成 1 1 年 特許願 第 3 5 5 7 8 8 号
受付番号	5 9 9 0 1 2 2 2 3 9 8
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 1 年 1 2 月 1 7 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成11年12月15日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 1 2 7 0]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 1 4 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号
氏 名 コニカ株式会社